

AUS DER ABTEILUNG
FÜR KRONEN- UND BRÜCKENPROTHETIK
AM ZAHNÄRZTLICHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT BASEL
VORSTEHER: PROF. DR. G. VEST

BEITRÄGE ZUR PRÄPARATION
VON JACKETKRONEN FÜR FRONTZÄHNE
AUF GRUND VON UNTERSUCHUNGEN ÜBER

I. ZAHNANATOMIE
II. FESTIGKEIT VON KRONENSTÜMPFEN

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER ZAHNHEILKUNDE DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON
ALFRED MEIER
VON DULLIKEN (SOLOTHURN)

1956

VERLAGSANSTALT BENZIGER & CO. AG. EINSIEDELN



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER ABTEILUNG
FÜR KRONEN- UND BRÜCKENPROTHETIK
AM ZAHNÄRZTLICHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT BASEL
VORSTEHER: PROF. DR. G. VEST

BEITRÄGE ZUR PRÄPARATION
VON JACKETKRONEN FÜR FRONTZÄHNE
AUF GRUND VON UNTERSUCHUNGEN ÜBER

I. ZAHNANATOMIE
II. FESTIGKEIT VON KRONENSTÜMPFEN

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER ZAHNHEILKUNDE DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON
ALFRED MEIER
VON DULLIKEN (SOLOTHURN)

1956

VERLAGSANSTALT BENZIGER & CO. AG. EINSIEDELN

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von
Professor D. D. S. GOTTLIEB VEST

Tag der Promotion: 22. Dezember 1955



MEINEN ELTERN GEWIDMET

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
Die einzelnen Elemente der Präparation	8
A. Die Schulter	8
B. Der Stumpf	8
Erster Teil der eigenen Untersuchungen	9
A. Obere Frontzähne (Nr. 1–19)	10
1. Obere zentrale Schneidezähne (Nr. 1–8)	10
2. Obere laterale Schneidezähne (Nr. 9–15)	11
3. Obere Eckzähne (Nr. 16–19)	11
B. Untere Frontzähne (Nr. 20–24)	12
1. Untere zentrale Schneidezähne (Nr. 20)	12
2. Untere laterale Schneidezähne (Nr. 21–23)	12
3. Untere Eckzähne (Nr. 24)	13
C. Präparatorische Konsequenzen	13
1. Obere zentrale Schneidezähne	13
Zusammenfassung	15
2. Obere laterale Schneidezähne	15
Zusammenfassung	15
3. Obere Eckzähne	16
Zusammenfassung	16
4. Untere zentrale Schneidezähne	17
Zusammenfassung	17
5. Untere laterale Schneidezähne	17
Zusammenfassung	18
6. Untere Eckzähne	18
D. Die Stufenbreite	18
Zusammenfassung	22

Zweiter Teil der eigenen Untersuchungen	23
A. Die allgemeine Versuchsanordnung	23
B. Ergebnisse	24
1. Die absolute Größe der Kraft	27
2. Die Wirkungsweise der gegebenen Kraft auf den Stumpf	28
Erklärung	29
3. Vergleich der Resultate	31
a. Kavitätenlose Stümpfe	31
b. Stümpfe mit Kavitäten	32
Zusammenfassung	33
Beilagen	33
Literaturverzeichnis	34

Einleitung

Unter der Jacket-Krone verstehen wir eine Porzellanhülsen-Krone, die vor allem im Frontzahngebiet verwendet wird. Der Indikationsbereich wird mit Rücksicht auf ihre ästhetische Hochwertigkeit sehr weit gezogen. Sie wird verwendet zur Korrektur von Stellungs- und Formanomalien, Schmelzhypoplasien, Verfärbungen, zum Ersatz großer Defekte (durch Karies oder Fraktur); auch bei mortalen Zähnen (Goldkern).

Die Präparation der Frontzähne zur Aufnahme einer Jacket-Krone wird von vier Faktoren bestimmt:

1. von den Eigenschaften der Porzellan-Krone,
2. von den anatomischen Verhältnissen (Zahn, Zahnbett),
3. von den pathologischen Gegebenheiten (Kariesanfälligkeit, Parodontose),
4. vom ästhetischen Aspekt.

Die mechanischen Eigenschaften des Porzellans, große Druck-, geringe Zugfestigkeit, fehlende Elastizität, fordern eine Krone von einer gewissen Manteldicke, die durch den beschliffenen Zahn gegen alle Kaudruckkomponenten gestützt werden muß, deshalb die für die Jacket-Krone charakteristische Präparation von Schulter und Stumpf. Die Brenneigenschaften des Porzellans, Schrumpfung von dünnen zu dicken Stellen und von Kanten weg, verlangen eine gleichmäßige Kronendicke und abgerundete Stumpfkanten.

Die anatomischen Verhältnisse sind natürlich wegleitend für die individuelle Beschleunigungsmöglichkeit des Zahnes.

Pathologische Einflüsse und ästhetischer Aspekt sind hauptsächlich entscheidend für die Lage der Schulter.

Die einzelnen Elemente der Präparation

A. Die Schulter

Bestimmend für die ganze Präparation des einzelnen Zahnes ist in erster Linie die Lage der Schulter und in zweiter Linie deren Breite und Form, aus welchen Faktoren sich der Basisquerschnitt des Stumpfes und das Ausmaß des Substanzverlustes ergeben.

a. Die Lage der Schulter ist abhängig von:

1. der Länge der funktionellen Krone,
2. ästhetischen Gesichtspunkten,
3. kariespräventiven Rücksichten,
4. Kavitäten im Zahnhalsgebiet oder Defekten.

Steht die Lage der Schulter fest, so können deren Form und Breite nur noch in engen, zahnatomisch bedingten Grenzen (Gefährdung der Pulpa, Zahnquerschnittsgröße) frei gewählt werden.

b. Die Form der Schulter wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

1. Verlauf des Gingivalsaumes,
2. Form der Schmelz-Zementgrenze,
3. Form des Zahnquerschnittes auf der Höhe der Schulter,
4. technische Möglichkeiten.

c. Die Breite der Schulter wird bestimmt durch folgende Gegebenheiten:

1. die mechanischen Eigenschaften des Ersatzes,
2. Größe des Zahnquerschnittes auf Höhe der Schulter,
3. größter Pulpenquerschnitt incisal der Schulter,
4. Form des Kronenquerschnittes (Ausgleich von Drehkräften).

B. Der Stumpf

Die Präparation des Stumpfes wird durch folgende Einflüsse bestimmt:

1. seine Basis (gegeben durch Lage, Form und Breite der Schulter),
2. die Länge der funktionellen Krone,
3. Neigung und Wölbung der axialen Kronenwände,

4. den Gegenbiß,
5. die Bißform,
6. Stellungsanomalien.

Die resultierenden Abmessungen sind, außer den mechanischen Eigenschaften der Zahnhartsubstanzen und der Größe der Defekte, für die mechanischen Eigenschaften des Stumpfes maßgeblich.

Wir haben hier nun die die Präparationsmethode im allgemeinen beeinflussenden Zusammenhänge dargestellt. Die meisten Autoren legen das Hauptgewicht ihrer Betrachtungen auf die Eigenschaften der Porzellankrone und stellen demgemäß ihre Forderungen in bezug auf die Präparation ganz schematisch auf. Sie geben eine allgemeine Anleitung zum Beschleifen des Zahnes anhand eines zentralen oberen Incisiven (Kirsten, Ilg u. a.).

Andere Verfasser jedoch (Vest, Conod) haben in ihren Arbeiten dargelegt, daß aus zahnatomischen Gründen für die übrigen Zähne die Methode stark abgeändert werden muß.

Im ersten Teil der vorliegenden Arbeit sollen nun die zahnatomischen Grundlagen für die oben geschilderten Zusammenhänge genau untersucht werden, indem besonderes Gewicht auf die resultierenden Besonderheiten der Präparation für die einzelnen Frontzähne gelegt wird. Im zweiten Teil folgen einige Untersuchungen über die Festigkeit der Stümpfe und ihre Abhängigkeit von präparatorischen Einflüssen.

Erster Teil der eigenen Untersuchungen

Es wurden von 24 Frontzähnen mit Hilfe des Rud. Schwarz'schen Stereographen je 5 Zahnquerschnitte auf verschiedener Höhe in der Zahnachse senkrecht übereinander projiziert und mit einem Pantographen zehnmal vergrößert.

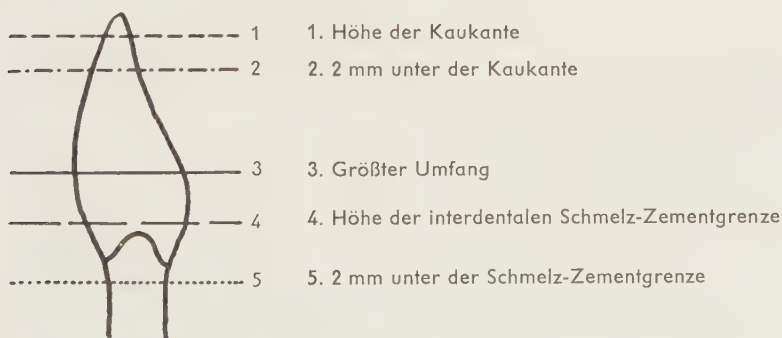


Abb. 1: Lage der Querschnitte

Diese vergrößerten Projektionen zeigen ein topographisch genaues Bild vom charakteristischen Aufbau der einzelnen Krone. Wir erhalten Aufschlüsse über die Gestaltung der Oberfläche, die bei der Rekonstruktion genau nachgebildet werden muß, oral aus kaumechanischen und vestibular aus ästhetischen Gründen. Aus der Verschiedenheit von Form und Größe und aus der topographischen Lagerung der Querschnitte des einzelnen Zahnes sind die zu ziehenden Konsequenzen präparatorischer Art ersichtlich. Die beiden cervicalen Querschnitte dienen uns zur Diskussion von Lage, Form und Breite der Schulter, wogegen die drei incisalen Umfänge in bezug auf Substanzverlust und dessen Ersatz sowie in Hinsicht auf Formgebung des Stumpfes interessieren.

Zuerst folgt nun eine Besprechung der Charakteristika der Querschnittsbilder der einzelnen Zahngruppen, an die sich dann eine Betrachtung der sich ergebenden präparatorischen Konsequenzen anschließt.

A. Obere Frontzähne (Nr. 1 – 19)

Wir finden eigentlich nur zwei Grundformen, den Schneidezahn und den Eckzahn. Doch können die einzelnen Typen starke Variationen aufweisen, weshalb hier relativ viele Vertreter untersucht werden.

1. Obere zentrale Schneidezähne (Nr. 1 – 8)

Vor allem springt hier in die Augen die Änderung des größten Durchmessers der Querschnitte. Die beiden incisalen Schnitte sind stark abgeflacht oval mit ihrem größten Durchmesser in mesiodistaler Richtung. Der mittlere Umfang ist annähernd kreisförmig. Die beiden cervicalen Querschnitte sind ähnlich den mittleren (Nr. 4, 6, 8) oder sogar eher oval mit größtem Durchmesser in vestibulo-oraler Richtung (Nr. 1, 2, 7).

Vestibular sind alle Umfänge gleichmäßig gebogen und leicht abgeflacht. Oral hingegen finden wir leichte Einziehungen (Nr. 4, 5, 6, 8) besonders der incisalen Querschnitte, durch die Randleisten bedingt (unter sich gehend bei Nr. 4, 6). Die Wurzelquerschnitte sind in ihrer Grundform eher kreisrund bis schwach oval. Man kann auch unter Berücksichtigung einiger variabler Abflachungen (Nr. 2, 4, 5, 7, 8) nicht von ausgesprochen dreieckiger Grundform reden (llg).

Bei der topographischen Betrachtung fällt auf, wie stark die incisalen Querschnitte die beiden cervicalen überragen (Nr. 4). Die mittleren Umfänge wölben sich stark oral vor, entsprechend einem gut ausgebildeten Tuberculum.

Der Größenvergleich unter den drei cervicalen Querschnitten zeigt, daß der Wurzelumfang stark abnehmen kann, wenn sich die Wurzel rasch verjüngt (Nr. 1, 3, 7).

2. Obere laterale Schneidezähne (Nr. 9 – 15)

Sofort fällt uns hier die Ähnlichkeit mit den Bildern der zentralen Incisiven auf.

Auch hier finden wir die Änderung des längsten Durchmessers der Querschnitte. Nur ist das Bild hier noch deutlicher, weil die beiden cervicalen Querschnitte nicht mehr kreisrund, sondern ausgesprochen elliptisch sind mit größtem Durchmesser vestibulo-oral und starke proximale Abplattungen (Nr. 9, 11, 14) oder gar leichte Einziehungen (Nr. 12) aufweisen. Die beiden incisalen Querschnitte zeigen eine stärkere Betonung der Randleisten (Nr. 9, 10, 14), sind jedoch in mesio-distaler Richtung ebenfalls stark ausladend.

Auffällig ist die verschieden starke Ausbildung des Tuberculum, ersichtlich aus den Längendifferenzen der oralen Radien der Querschnitte. Kaum angedeutet bei Nr. 9, 10, 15, ist es sehr schön modelliert bei den Nr. 11, 12, 14.

Eine starke Verjüngung der Wurzel fällt bei den Nr. 10 und 14 auf.

Die deutlichsten Abweichungen innerhalb dieser Gruppe finden wir hinsichtlich der Größe der einzelnen Zähne. Sind die Querschnitte der Nr. 10 und 14 gleich mächtig wie die der zentralen Incisiven, so sind die zierlicheren Zähne Nr. 9, 11, 12 eher typisch für diese Untergruppe. Nr. 13, ein korkzieherartig gewundener Zapfenzahn, stellt einen Sonderfall dar, doch zeigt sein Wurzelquerschnitt auch die oben beschriebene, für die Gruppe typische Form.

3. Obere Eckzähne (Nr. 16 – 19)

Es ist sofort ersichtlich, daß diese Zähne eine eigene, größtmäßig nicht stark variierende Gruppe mit charakteristischen Formen bilden.

Schon der incisale Querschnitt (hier ca. 1 mm unter der Spitze) besitzt, der Eckzahnschneidekante entsprechend, eine je nach Abrasionsgrad größere (Nr. 17, 18) oder kleinere (Nr. 16, 19) rhombische bis dreieckige (mit Basis oral, Nr. 17) Form. Am ähnlich geformten, jedoch beträchtlich größeren und vor allem dickeren zweiten Querschnitt fällt die orale Einziehung auf. Der größte Umfang ist nicht immer kreisförmig (Nr. 16, 17), sondern kann, wie die beiden cervicalen Querschnitte aller Eckzähne in vestibulo-oraler Richtung oval sein (Nr. 18, 19).

Ein Tuberculum ist nicht sehr stark ausgebildet (Nr. 16, 19). Die Spitzenquerschnitte liegen vestibularwärts verschoben, das heißt, die vestibuläre Fläche fällt in axialer Richtung sehr stark ab.

Typisch ist auch, daß die drei cervicalen Querschnitte beinahe gleich groß sind (Nr. 17, 18) entsprechend der mächtigen, sich nur unmerklich verjüngenden Eckzahnwurzel.

B. Untere Frontzähne (Nr. 20 – 24)

Die Vertreter der einzelnen Gruppen variieren nur sehr wenig in Form und Größe, weshalb wir uns auf die Besprechung einer geringen Anzahl beschränken.

1. Untere zentrale Schneidezähne (Nr. 20)

Sie bilden eine Gruppe von besonders ausgeprägter Größen- und Formenkonstanz, weshalb hier nur ein einziger Vertreter behandelt wird.

Es handelt sich um sehr kleine, gedrungene, meißelförmige Zähne.

Die beiden sehr ähnlichen incisalen Querschnitte sind beinahe rechteckig. Nur der zweite weist vestibular und oral eine leichte Konvexität auf. Sie überragen in mesiodistaler Richtung die cervicalen Querschnitte nur ganz unbedeutend.

Die drei fast kongruenten cervicalen Umfänge sind elliptisch mit größtem Durchmesser in labiolingualer Richtung, entsprechend einem approximal abgeplatteten Zylinder.

Der Wurzelquerschnitt weist auf unserer Darstellung an seiner mesiolabialen Kante eine atypische Einziehung auf.

2. Untere laterale Schneidezähne (Nr. 21 – 23)

Auch hier, wie im Oberkiefer, besteht mit den zentralen Schneidezähnen eine ausgeprägte Formverwandtschaft; doch sind die Lateralen hier deutlich die Größeren.

Die Bilder der Kaukante sind etwas zierlicher, in mesiodistaler Richtung weiter ausladend. Die Wurzelquerschnitte sind approximal deutlich abgeplattet, ja weisen sogar eine leichte Einziehung auf (Nr. 21, 23). Die gleichmäßige Verlängerung der vestibularen und oralen Ränder der drei obersten Querschnitte ist typisch für die Keilförmigkeit dieser Zähne (Nr. 21, 22). Die Spitze des Keils kann sehr stark labial verlagert sein (Nr. 23).

3. Untere Eckzähne (Nr. 24)

Das Bild gleicht dem der entsprechenden Zähne im Oberkiefer; doch ist die Verkleinerung und feinere Modellierung der Oberfläche deutlich.

Vor allem der mittlere Querschnitt ist vestibular deutlich abgeplattet und weist eine schärfere mesiale und rundere distale Kante auf.

Die beiden cervicalen Umfänge sind stark elliptisch mit sehr kleinem mesiodistalem Durchmesser wie alle unteren Frontzähne.

Ein Tuberculum ist kaum angedeutet.

C. Präparatorische Konsequenzen

Betrachten wir diese in Größe und Form so verschiedenartigen Querschnittsbilder, so wird ganz offensichtlich, daß die Präparation den Eigenheiten der einzelnen Zähne Rechnung tragen muß. Eine schematische Anwendung eines allgemeinen Rezeptes, meist anhand von zentralen Schneidezähnen aufgestellt, kann sich für einen Zahn von stark abweichender Form sehr ungünstig auswirken, indem sie sämtliche Möglichkeiten der Schonung und der Gewinnung einer besseren Widerstandsform des Stumpfes nicht ausnützt. Deshalb müssen sinngemäße Gestaltung der Stumpfoberflächen, entsprechende Wahl von Lage, Form und Breite der Schulter als hauptsächliche Bestandteile der Präparation die spezifischen Erfordernisse des Einzelfalles oder allgemeiner der einzelnen Zahngruppen berücksichtigen.

Die äußeren Umrisse vor allem der drei oberen Querschnitte bestimmen die äußere Fassade der originaltreu in Porzellan zu rekonstruierenden Krone und sind zudem in ihrer topographischen Beziehung zum Fundament, dem Gebiet der beiden cervicalen Querschnitte, ein Maß für den Substanzverlust und dessen räumliche Anordnung. Stufe und Stumpf müssen also auch so gegeneinander abgewogen werden, daß sie ein genügend tragfähiges Fundament für die Porzellankrone abgeben und daß zugleich der Substanzverlust räumlich so angeordnet ist, daß eine genügend dicke Krone von möglichst gleichmäßiger Wandstärke entsteht ohne Gefährdung der Pulpa. Im Folgenden wollen wir nach diesen Gesichtspunkten die einzelnen Zahngruppen besprechen. Im Schlußkapitel soll dann zusammenfassend das Problem der Schulterbreiten gesondert erörtert werden.

1. Obere zentrale Schneidezähne

Die Präparation muß hier vor allem Rücksicht nehmen auf die mesial und distal stark überragenden incisalen Kronenteile. Sie müssen weggeschliffen werden entsprechend dem mesiodistalen Stumpfbasis-

durchmesser und der Kürzung in axialer Richtung. Auf die Porzellanrekonstruktion wirken hier zusätzlich zu den axial gerichteten Kau-druckkomponenten noch starke Drehkräfte, die den Sitz der Krone beeinträchtigen oder einen Bruch herbeiführen können (Conod).

Vergrößert werden diese Gefahren, wenn die in einer Richtung überstehenden Kronenteile quantitativ überwiegen. Um hier eine gleichmäßige Stützung der Jacket-Krone zu erreichen, muß zum Ausgleich des Substanzverlustes die approximale Stumpfwand auf der überwiegenden Seite achsenparallel und die gegenüberliegende Stumpfwand leicht konvergierend zur ersteren gestaltet werden.

Zur Kompensation der Drehkräfte sollen die Stumpfwandungen möglichst ausgedehnt plan gearbeitet werden.

Wir können ein incisales Widerlager (palatinale und labiale Stumpf-
fläche, Kürzungsfläche) von einem basalen Widerlager (approximale
und basale Labial- und Oralwandungen) unterscheiden.

Das incisale Widerlager kann relativ groß gehalten werden, wenn wir den Stumpf incisal genügend dick belassen.

- a. bei großem vestibulo-oralem Durchmesser des zweiten Querschnittes (siehe Nr. 3, 5, 7);
- b. durch schwaches Beschleifen der Oralfläche infolge fehlenden Gegenbisses;
- c. durch schonende Kürzung (wenn nötig unter Vernachlässigung des Kantenmerkmals).

Das basale Widerlager ist in seiner Ausdehnung abhängig von Querschnittsform und -größe der Stumpfbasis und der Größe des Tuberculum. Die kreisähnliche Querschnittsform der Zähne muß in eine eher quadratische Form des Stumpfbasisquerschnittes übergeführt werden; mindestens müssen die approximalen Stumpfwandungen abgeflacht werden. Können oraler und labialer Stumpfumfang ebenfalls geplant werden, dann wird das Resultat noch günstiger. Durch diese Maßnahmen entsteht natürlich an den Stumpfkanten eine Verschmälerung der Schulter (siehe unten).

Verminderung der Querschnittsgröße des Zahnes auf Schulterhöhe, rasch sich verjüngende Wurzel (Nr. 1, 7, 8), starke Abplattungen (Nr. 2, 3, 5) bedingen bei starker Vergrößerung des Substanzverlustes eine enorme Verkleinerung des Widerlagers. Die Schulter darf also in diesen Fällen nicht beliebig cervical verlegt werden, es drängen sich vielmehr ganz spezifische Maßnahmen zu diesem Zwecke auf (s. u.).

Ein starkes Tuberculum (Nr. 2, 6, 8) gestattet die Ausdehnung der seitlichen Stumpfflächen in axialer Richtung und vergrößert so die Stützflächen beträchtlich.

Zusammenfassung

Die im Gefolge der Schaufelförmigkeit der Krone auftretenden Drehmomente fordern Schonung des mesiodistalen Stumpfdurchmessers und die möglichst ausgedehnte Abflachung der Stumpfwandungen. Quadratische Gestaltung des Stumpfbasisquerschnittes, Schonen des Tuberculum und mäßiges Kürzen vergrößern die Wirksamkeit des Widerlagers. Rasches Verjüngen, sowie starke Abplattungen der Wurzel erschweren das Versenken der Schulter cervicalwärts.

2. Obere laterale Schneidezähne

Hier liegen die Verhältnisse ähnlich wie bei den Zentralen. Auch hier wirken zusätzlich Drehmomente auf die überragenden incisalen Kronenteile. Doch finden wir nicht mehr dieselben günstigen zahnanatomischen Voraussetzungen zur Gestaltung des Widerlagers. Dafür ist vor allem die veränderte Form der beiden cervicalen Querschnitte verantwortlich. Durch ihre elliptische Gestalt wird natürlich der mesiodistale Durchmesser der Stumpfbasis stark verkleinert. Das bedingt, daß einerseits der Substanzverlust relativ größer und andererseits die Ausdehnung der Flächen des Widerlagers verringert wird. Eine leichte Abknickung des Stumpfes gegen die Zahnachse in Richtung des stärker überragenden Kronenteils zum Ausgleich des Substanzverlustes und der Stützung durch den Stumpf muß in jedem Fall erwogen werden (Nr. 14).

Zur Schonung des mesio-distalen Durchmessers der Stumpfbasis muß die Stufe interdental sehr schmal gehalten werden (vergleiche Spezialkapitel).

Außerdem sind wir gezwungen, alle schon für die zentralen Incisiven besprochenen Möglichkeiten zur Erzielung ausgedehnter Flächen auszunützen. Vor allem die Approximalwandungen können durch Schonung des Tuberculum in starkem Ausmaß flächenhaft gestaltet werden (Nr. 11, 12, 14).

In bezug auf Verjüngung der Wurzel sowie auf starke Abplattungen oder gar Einziehungen gilt das im vorhergehenden Abschnitt Gesagte in noch stärkerem Maße (Nr. 9, 10, 11, 12).

Da die cervicalen Querschnitte des Zapfenzahnes mit dem allgemeinen Typ übereinstimmen, kann nach derselben Präparationsmethode verfahren werden.

Zusammenfassung

Die elliptische Form der cervicalen Querschnitte der lateralen Schneidezähne bedingt einen großen, häufig ungleichmäßigen Substanzverlust wegen der Verkleinerung des mesiodistalen Durchmessers

der Stumpfbasis. Rapider Verjüngung der Wurzel, Einziehungen oder starken Abplattungen derselben muß unbedingt Aufmerksamkeit geschenkt werden. Schmale approximale Schultern, ausgedehnte approximale Stumpfflächen, sowie möglichst Berücksichtigung der für die zentralen Schneidezähne angegebenen Richtlinien sind die Hauptforderungen, die sich aus diesen veränderten Verhältnissen ergeben.

3. Obere Eckzähne

Die incisalen Kronenteile überragen hier approximal nicht so stark wie bei den vorher besprochenen Zähnen. Doch können sie, besonders auf der Höhe des dritten Querschnittes, sehr mächtig werden, wenn trotz der elliptischen Form der cervicalen Querschnitte die approximale Stufen breit gestaltet werden. Es resultiert daraus wohl eine dicke, starke Porzellankrone, doch wird das Widerlager stark verkleinert. Besonders die spitzenwärts gelegenen Flächen werden stark reduziert durch die unumgängliche Berücksichtigung des Kantenmerkmals beim Kürzen.

Andererseits gestattet die Dicke der incisalen Stumpfteile, durch die gute Ausbildung der Randleisten noch verstärkt, palatinal das Einschleifen von zwei axial verlaufenden Dellen (Vest), sowie das Anbringen einer incisalen seichten Rille in mesiodistaler Richtung. Dank der gleichen anatomischen Tatsache ist es auch möglich, die Palatinalfläche stark konkav zu modellieren, um trotz der eher keilähnlichen Form der Zahnkrone auch gegen den axialen Kaudruck eine gute Widerlagerform des Stumpfes zu erzielen.

Trotz der Mächtigkeit der Zahnhalsquerschnitte müssen zur Schonung des mesiodistalen Stumpfdurchmessers die approximalen Stufen relativ schmal gestaltet werden. Da sich die Wurzel in ihrem Halsteil kaum verjüngt, ist auf diese Art eine Versenkung der Stufe möglich.

In diesem Zusammenhang sei auch auf die statisch günstige Präparationsmethode nach Le Gro (vgl. Conod) hingewiesen. Sie ist besonders charakterisiert durch den Verlauf der Stufe von den Spitzen der interdentalen Ausbuchtung auf der einen Seite auf gleicher Höhe über dem palatinalen Umfang des Zahnes zur Gegenseite.

Zusammenfassung

Auch hier bedingt die elliptische Form der cervicalen Querschnitte eine Schonung des mesiodistalen Stumpfdurchmessers, so daß die approximalen Schultern trotz der Mächtigkeit des Zahnhalses relativ schmal gehalten werden müssen. Die Dicke der incisalen Querschnitte

gestattet das Einschleifen von zusätzlichen retentionsvergrößernden Hilfsflächen palatinal und incisal. Da sich die Wurzel kaum verjüngt, kann die Stufe versenkt werden.

4. Untere zentrale Schneidezähne

Hier zwingen vor allem stark elliptische Form und Kleinheit der cervicalen Querschnitte zu äußerster Schonung des mesiodistalen Stumpfdurchmessers. Wird auf diese Art wegen des nur geringen Überragens incisaler Kronenteile der Substanzverlust klein gehalten, so nimmt die Gefährdung durch Drehkräfte ab, und die Präparation muß vor allem ein gutes Widerlager gegen den schräg von labial oben auftreffenden Kaudruck schaffen. Die Meißelförmigkeit der Zähne bietet hier die größten Schwierigkeiten. Ein wegen des schwachen Tuberculum ohnehin fast unmögliches orales Konkavschleifen in axialer Richtung hätte in Anbetracht des Einfallswinkels der Kraft wenig Sinn. Hingegen gestattet die relative Dicke des zweiten Querschnittes das Einschleifen einer seichten Delle in mesiodistaler Richtung in die labialwärts geneigte und gekürzte Stumpfkante.

Außerdem müssen die vestibulare und vor allem die orale Stufe relativ breit und streng rechtwinklig zu den Stumpfflächen gestaltet werden, so daß hier ein Ausgleich für die verringerte proximale Stützung gegeben ist.

Einziehungen und Abplattungen der Wurzeloberfläche müssen auch hier in Anbetracht der Kleinheit der Querschnittsfläche strikt beachtet werden.

Zusammenfassung

Zur Schonung des mesiodistalen Stumpfdurchmessers müssen die approximalen Stufen sehr schmal gehalten werden. Weil nur kleine Kronenteile seitlich überragen, tritt hier die Gefährdung durch Drehkräfte in den Hintergrund. Die Meißelförmigkeit der Zähne und der veränderte Auftreffwinkel des axial gerichteten Kaudruckes sind hier ausschlaggebend. Durch Einschleifen einer seichten Delle in die labialwärts geneigte incisale Stumpfkante, sowie möglichste Verbreiterung vor allem der oralen, in kleinerem Maße auch der vestibularen Stufe, kann ein ausreichendes Widerlager geschaffen werden.

5. Untere laterale Schneidezähne

Für sie gilt in bezug auf die Präparationsmethode das soeben für die mittleren Incisiven Gesagte. Doch kann hier die größere Querschnittsfläche und deren geringere seitliche Abplattung eine bessere Ausgestal-

tung der approximalen Stufen gestatten. Dadurch wird jedoch besonders auch in Verbindung mit stärkerem seitlichem Übertreten von incisalen Kronenteilen (Nr. 21, 22, 23) die Gefährdung durch Drehkräfte vergrößert. Wir müssen deshalb in diesem Falle die interdentalen Stumpfwände möglichst ausgedehnt flächig modellieren. Bei geringer Zahnhalsquerschnittsfläche (Nr. 22) bringt jedoch eine rigorose Schonung des mesiodistalen Durchmessers ein viel günstigeres Resultat. Das Versenken ins Wurzelgebiet kann hier häufig durch starke seitliche Einziehungen (Nr. 23) erschwert werden.

Zusammenfassung

Prinzipiell gilt hier dasselbe Verfahren wie bei den zentralen Incisiven. Geringere seitliche Abplattung und Größenzunahme der Zahnhalsquerschnitte können eine bessere Ausbildung der approximalen Stufen ermöglichen. Dadurch gewinnen jedoch die Drehkräfte an Bedeutung, so daß wir auch hier vor allem darnach trachten müssen, die seitlichen Stumpfwände auch in axialer Richtung flach zu formen.

6. Untere Eckzähne

Die Verhältnisse sind ähnlich wie bei den oberen Eckzähnen. Doch zwingt die viel stärkere Abplattung der Zahnhalsquerschnitte zu einer strengen Schonung des mesiodistalen Stumpfdurchmessers, indem durch Verschmälerung der proximalen Stufen der seitliche Substanzverlust gering gehalten wird. Der geänderte Auftreffwinkel des Kaudruckes macht ebenfalls eine Abschrägung der Stumpfschneide nach labial nötig. Doch kann auch hier in diese abgeschrägte Schneidefläche in mesiodistaler Richtung eine seichte Delle zur Verstärkung der Krone und zur Versteifung des Drehwiderstandes eingeschliffen werden.

Verlauf der Stufe nach Le Gro ist hier ebenfalls günstig.

D. Die Stufenbreite

(Vgl. Querschnittsbilder Nr. 25 – 30)

Anhand der vorliegenden Projektionsbilder ist natürlich vor allem eine Diskussion der Stufenbreite möglich. Trotzdem die Stufe nicht horizontal verläuft und deshalb nicht zum vornherein einem bestimmten Querschnitt zugeordnet werden darf, ist die Abweichung in praxi doch relativ gering, denn sie liegt in ihrem ganzen Umfang irgendwo

zwischen viertem und fünftem Querschnittsumriß. Normalerweise auch oral und vestibular wohl eher dem vierten folgend, ist der fünfte bestimmend für die Versenkungsmöglichkeit ins Wurzelgebiet.

Aus jeder Zahngruppe wurden ein bis zwei Vertreter, deren Wurzel sich verhältnismäßig stark verjüngt, ausgewählt zur Erzielung einer genügenden Übersichtlichkeit. Für die einzelnen Querschnitte wurden dieselben Signaturen verwendet wie bei den Darstellungen Nr. 1–24. Dick wurden eingetragen die Umrisse der zugeordneten Stumpfbasen. Mit Strich-Punkt-Signatur ist zusätzlich noch eingezeichnet der nach dem Röntgenbild interpolierte Pulpenquerschnitt mit dem größten mesiodistalen Durchmesser incisalwärts der Stufe.

Die oberen Bilder zeigen ganz schematisch die Stumpfumrisse, die entstehen unter Berücksichtigung der genauen Angaben betreffend Schulterbreite nach Vest. Die unteren Bilder zeigen zum Vergleich ebenso schematisch die nach der einseitig verallgemeinernden Präparationsmethode von Ilg resultierenden Stumpfbasen. Es kann sich hier natürlich nicht darum handeln, quantitativ genaue Anleitungen zu geben, sondern es soll unter Berücksichtigung der im Abschnitt C. gewonnenen Folgerungen in bezug auf allgemeine Präparation untersucht werden, welche der Methoden mit eventuellen Abänderungen dem Einzelfalle eher gerecht wird.

In bezug auf Gefährdung der Pulpa ist natürlich die Vest'sche Methode der Schonung der approximalen Zahnschubstanz in jedem Falle die günstigere. Doch dispensiert auch sie, besonders bei jugendlichen Zähnen mit wenig Sekundärzement und im Falle stark elliptischer Querschnittsform des Zahnhalses oder vor dem Versenken der Schulter ins Gebiet einer sich stark verjüngenden Wurzel, nicht vom genauen Interpolieren des Röntgenbildes (Nr. 26, 27).

Die Forderung von Ilg nach einer gleichmäßigen Schulter von mindestens 0,8 bis 1 mm Breite entspringt dem Wunsche, eine genügende Manteldicke der Porzellankrone zu erzielen, da deren mechanische Festigkeit von ihrer dünnsten Stelle abhängt. Daß dies, auch bei elliptischer Zahnform, nicht unbedingt die Gefahr der Eröffnung der Pulpa bedeutet, zeigen die Bilder älterer Zähne (Nr. 29, 30). Andererseits kann auch bei der approximalen Reduktion der Stufe bis zur Präparation einer Demarkationslinie interdental eine genügende Kronendicke erreicht werden durch künstliches Dickmodellieren des cervicalen Jacket-Kronenrandes. Dieser künstlich verdickte Rand ragt natürlich in den Interdentalraum vor. Platz ist ausreichend vorhanden, da sich diese Maßnahme beschränkt auf Zähne mit elliptischen Zahnhalsen und dazu meist noch seitlich weit ausladenden Kontaktzonen. Einzig die Sichtbarkeit von vestibular zwingt zur Beschränkung auf ein in ästhetischer Hinsicht erträgliches Maß.

Aus der Verschmälerung der seitlichen Stufen resultiert natürlich eine Verkleinerung des Widerlagers gegen den axial gerichteten Kaudruck. Deshalb müssen zum Ausgleich die vestibulare und, in Anbetracht der Labialverschiebung der Masse der Zahnschubstanz (vgl. topographische Beziehungen der Querschnittsbilder), vor allem die orale Stufe breit gestaltet werden. Die Stufen sind auch streng senkrecht zu den Stumpf-wandungen zu präparieren. Auch können, wie weiter oben besprochen, durch geeignete Maßnahmen die incisalen Stumpfzähne zur Abstützung vermehrt herangezogen werden.

Natürlich hat diese Verringerung des vestibulo-oralen Stumpfbasis-durchmessers eine Verkleinerung der planen seitlichen Stumpfzähne, die die Drehkräfte neutralisieren müssen, zur Folge. Doch bewirkt ja gerade die Schonung der seitlichen Zahnschubstanz eine erhebliche Verminderung dieser Drehmomente. Dazu können neue plane Flächen gewonnen werden, wenn wir die durch die Verbreiterung der Schulter flacher gewölbte, orale Stumpfzahn entsprechend plan schleifen (obere und untere Eckzähne, untere Schneidezähne). Würden wir rein schematisch an der Forderung einer rundherum gleichmäßig breiten Stufe festhalten, so begäben wir uns aller hier geschilderten Vorteile.

Aus all dem oben Dargelegten genaue Maße abzuleiten für die Reduktion der approximalen Stufen der einzelnen Zahngruppen ist nur ganz allgemein möglich. Entscheidend bleibt für den Einzelfall immer die der Präparation vorangehende genaue Abklärung der zahn-anatomischen Verhältnisse anhand von Inspektion, verbunden mit Sondenuntersuchung und Röntgenbild. Dazu kommen noch Überlegungen in bezug auf die Technik der Präparation. Eine Stufe schmaler als 0,5 mm genau zu präparieren ist beinahe unmöglich (Vest). Diese Tatsache läßt nur noch zwei Möglichkeiten offen, einerseits Verschmälerung der Stufe bis minimal 0,5 mm oder andererseits Verzicht auf eine Stufe überhaupt zugunsten einer Demarkationslinie.

Soll die Stufe, was der Normalfall sein dürfte, auf der Höhe des cervicalen Schmelzwulstes liegen, so wählen wir den vierten Querschnitt (gestrichelte Linien) zur Grundlage unserer Betrachtungen. Wegleitend können für diesen Fall die Detailzahlen von Vest sein:

Zahngruppe	vestibular	oral	approximal
obere zentrale Incisiven	1,0	1,25	0,75
obere laterale Incisiven	0,5	1,0	0,5
obere Eckzähne	1,25	1,25	0,75
untere Schneidezähne	0,5	1,0	—
untere Eckzähne	1,25	1,25	0,75

Vergleichen wir diese Angaben, die auch die technische Möglichkeit einer genauen Präparation berücksichtigen, mit den Bildern Nr. 25 bis 30, so sehen wir, daß sie mindestens bei den oberen Frontzähnen (Nr. 25–28) durchaus den Verhältnissen Rechnung tragen. Es entstehen kräftige Stumpfzahnformen, die sich leicht und schonend in gute Stützformen modellieren lassen.

Der Verzicht auf eine proximale Schulter bei den unteren Schneidezähnen ergibt trotz geringer Querschnittsfläche einen kräftigen Stumpf mit günstiger Rohform. Abweichend von Vests Angaben kommen wir zum Schluß, daß bei unteren Eckzähnen (Nr. 30) ein Verzicht auf die proximale Schulter vorteilhafter wäre. Allerdings ist der hier dargestellte Vertreter eher grazil, doch sind ähnlich kleine Zähne ziemlich häufig. Die eminente Schonung des mesiodistalen Stumpfdurchmessers durch eine Beschränkung auf eine Demarkationslinie ist in diesem Falle sicher zu bevorzugen, wenn wir uns dazu des weiter oben in bezug auf sonstige Präparation dieser Zahngruppe Gesagten erinnern.

Den nivellierenden Einfluß dieser graduellen Verminderung der proximalen Schulterbreite auf die Abmessungen der resultierenden Stümpfe illustriert folgende Tabelle, die durch Auswertung sämtlicher Querschnittsbilder gewonnen wurde:

Zahngruppe	mittlerer mesiodistaler Durchmesser des Zahnstängelsquerschnitts	mittlerer mesiodistaler Durchmesser der Stumpfbasis
obere zentrale Incisiven	6,4	4,8
obere laterale Incisiven	4,4	3,4
obere Eckzähne	5,2	3,7
untere zentrale Incisiven	3,6	3,6
untere laterale Incisiven	3,7	3,7
untere Eckzähne (Stufenbreite = 0,75 mm)	3,7	2,2
untere Eckzähne (Demarkationslinie)	3,7	3,7

Je abgeflachter die elliptische Form der Querschnitte ist, desto günstiger wirkt sich die Verbreiterung der vestibulären und vor allem der oralen Stufe aus (vgl. Nr. 28–30) für die Rohform des Stumpfes. Die Ausdehnung der Stufe in dieser Richtung wird hauptsächlich einge-

schränkt durch das Anwachsen der Gefahr einer Pulpeneröffnung, die aus unseren Darstellungen (Pulpenquerschnitt mit größtem mesiodistalem Durchmesser incisal der Stufe) nicht abgelesen werden kann.

Betrachten wir nun die Möglichkeiten einer Versenkung der Stufe ins Wurzelgebiet, so geben uns die punktierten Querschnitte Aufschluß. Es zeigt sich, daß bei starker Verjüngung der Wurzel auch die Berücksichtigung der Vest'schen Detailwerte keine genügende Schonung der Zahnschubstanz gewährt (vgl. Nr. 26, 27, 30). Der vestibulo-orale Durchmesser nimmt weniger stark ab als der mesiodistale (Ausnahme Nr. 30). Ist die Abnahme des ersteren so klein, daß die Möglichkeit bestehen bleibt, vor allem die orale Stufe breiter zu gestalten, so kann das Anlegen einer approximalen Demarkationslinie doch noch zu einem befriedigenden Resultat führen (vgl. Nr. 26, 27, 29, vorgeschlagene Demarkationslinie jedoch nicht eingezeichnet). Die resultierende Verbreiterung des Stumpfes im Vergleich zu den «Normalstümpfen» ist nötig zur Vergrößerung seiner Festigkeit in Anbetracht seiner gleichzeitigen Verlängerung.

Die bedeutende Abnahme des palatinalen Radius des Zahnes Nr. 30 verunmöglicht das Einschneiden einer kompensatorischen breiten oralen Stufe (zu großer Substanzverlust) und bedeutet deshalb eine Kontraindikation gegen eine Versenkung. Ein teilweises, nur labiales Tieferlegen der Schulter zeigt hier eine Ausweichmöglichkeit, da der labiale Radius des Wurzelquerschnittes kaum verkürzt ist.

Stark variable, asymmetrische Abplattungen oder Eindellungen eines ohnehin schon geringen Wurzelquerschnittes hingegen (vgl. Nr. 20) würden bei ungleichem, stark vergrößertem Substanzverlust auch unter Beschränkung auf eine Demarkationslinie nur eine ungenügende Kompensation durch orale und vestibuläre Verbreiterung gestatten. Die Stufe muß also auf jeden Fall außerhalb des Gebietes solcher ungünstiger Zahnteile gehalten werden.

Zusammenfassung

Die Verschmälerung der proximalen Stufen ist einem rein schematischen Festhalten an der Forderung nach rundherum gleich breiter Stufe vorzuziehen, weil sie den zahnatomischen Verhältnissen besser Rechnung trägt.

Zum Ausgleich müssen die vestibuläre und vor allem die orale Stufe breit gestaltet werden, was besonders bei ausgesprochen elliptischen Querschnittsformen sehr leicht ist.

Die genaue Stufenbreite muß im Einzelfall vor dem Beginn der Präparation auf Grund einer genauen Untersuchung festgelegt werden. Im allgemeinen können die von Vest angegebenen Detailwerte wegleitend

sein für den Normalfall, daß die Stufe auf der Höhe des cervicalen Schmelzwulstes liegt. Eine Ausnahme bildet der dargestellte untere Eckzahn (Nr. 30), bei welchem an Stelle der approximalen Stufenbreite von je 0,75 mm eine Demarkationslinie eher zum Ziele führt.

Die mögliche Reduktion der Stufe bis zu einer Demarkationslinie gestattet auch bei Zähnen mit schlanken Wurzeln das Versenken der Schulter ins Wurzelgebiet. Bei starker, einseitig oraler Verjüngung der Wurzel bildet eine nur labiale Versenkung einen Ausweg. Hingegen verbieten asymmetrische starke Abplattungen oder Eindellungen eine Tieferlegung der Schulter in jedem Falle.

Zweiter Teil der eigenen Untersuchungen

Die im Folgenden beschriebenen Untersuchungen präparierter Kronenstümpfe sollen Klarheit schaffen über die nachstehenden Punkte:

1. die absolute Größe der Bruchkraft im Vergleich mit natürlichen Traumen,
2. die Wirkungsweise der Kraft auf den Stumpf,
3. der Einfluß von Variationen der Stumpfabbmessung auf die Widerstandsfähigkeit des Stumpfes, herrührend von:
 - a. anatomischen Unterschieden der einzelnen Zahngruppen;
 - b. verschiedenen Präparationsmethoden.
4. Schwächung durch Kavitäten.

Zu diesem Zwecke unterwarfen wir die Stümpfe einem normalen Zerreißversuch. Richtung und Ansatzpunkt der Kraft wählten wir so, daß größte Wahrscheinlichkeit des Bruches unter möglichst naturähnlichen Bedingungen erreicht wurde.

A. Die allgemeine Versuchsanordnung

ist aus der Figur 2 ersichtlich. Die Versuchseinrichtung besteht aus einer Grundplatte mit einem rechtwinklig zur Abzugsstange angebrachten Anschlag, an welchem der Prüfkörper (eingebetteter Jacket-Kronenstumpf) mit einer Schraubzwinge angepreßt wird. Eine Klaue der Zugstange greift 1 mm cervical vom incisalen Stumpfende in die orale Auskehlung des Stumpfes. Mit Hilfe der beiden seitlichen Bolzen wird die Apparatur in eine Zerreißmaschine eingespannt.

Die meßbare Kraft wirkt genau senkrecht zur Zahnachse von oral nach vestibular und setzt linear 1 mm cervical vom Stumpfende an, ist also analog einer ebenso gerichteten Kaudruckkomponente.

B. Ergebnisse

Nr.	Zahn	Maße des Stumpfes							Stufenbreite			Tuberc. stark + schwach —	Stumpf zyl. mm	Kavität	Bruch- stück	Kraft kg
		Basis		incisal		Längen			ve.	or.	ap.					
		Br.	Di.	Br.	Di.	m+d 2	ve+or 2									
1	2+	4,1	3,5	4,0	1,3	5,3	7,1	0,9	0,9	0,7	+	2,5	—	ganzer Stumpf	21,5	
2	1+	5,0	4,8	4,7	1,5	6,0	8,8	0,9	1,0	0,8	++	2,0	dist. 1 mm tiefe Kav. (Zement)	I. i. Sch.* klein	20,0	
3	+2	3,0	4,6	2,5	0,8	3,8	5,9	0,9	1,0	0,4	—	1,5	—	I. i. Sch. groß	35,3	
4	+1	5,0	4,7	3,5	1,4	6,5	8,8	0,9	1,2	0,8	++	2,4	—	I. i. Sch. klein	25,8	
5	3—	3,6	4,0	3,4	1,2	5,1	6,1	0,9	1,1	0,8	+	1,5	—	ganzer Stumpf	16,5	
6	2—	3,0	4,9	2,5	1,7	4,8	7,0	1,0	1,0	0,8	—	1,0	—	I. i. Sch. groß	20,0	
8	3—	4,0	4,2	3,7	1,3	4,1	6,5	1,2	1,4	0,5	—	3,0	dist. Kav. von Stufe bis Kau- kante, 2 mm tief (Am.)	I. i. Sch. klein	10,5	
9	2—	3,2	4,0	2,5	1,5	6,0	7,6	0,8	1,0	0,4	—	2,5	—	I. i. Sch. groß	44,0	

Nr.	Zahn	Maße des Stumpfes							Stufenbreite			Tuberc. stark + schwach —	Stumpf zyl. mm	Kavität	Bruch- stück	Kraft kg
		Basis		incisal		Längen			ve.	or.	ap.					
		Br.	Di.	Br.	Di.	m + d 2	ve + or 2									
10	1 +	5,5	4,6	5,0	1,4	6,9	8,2	1,0	1,3	0,8	—	3,0	pal. im For. coec. große Am.	I. i. Sch. groß	35,5	
11	+2	4,3	4,7	3,8	1,0	4,0	6,8	0,8	1,2	0,6	—	1,0	—	I. i. Sch. groß	41,5	
12	1 +	5,3	4,9	4,7	1,5	5,4	7,8	1,0	1,2	1,0	+	3,0	—	I. i. Sch. klein	25,5	
13	2 +	4,2	4,8	3,4	1,2	4,5	6,1	0,9	1,0	0,7	+	1,5	—	I. i. Sch. groß	39,0	
14	3 —	4,4	5,5	4,0	1,5	4,0	6,4	1,1	1,2	0,6	—	1,0	pulpotter Zahn. Dist. bis Mitte Kaukante großer Pala- vitaufbau. Stufe im Pala- vit.	I. i. Sch. groß	49,5	
15	3 +	5,0	6,7	4,7	1,2	8,0	9,5	1,2	1,0	0,8	+	2,5	dist. von Stufe bis Kaukante 2,5 mm tiefe Kav.	ganzer Stumpf	31,5	

Tabelle 1.

* I. i. Sch. = labio-incisales Scherbrchen

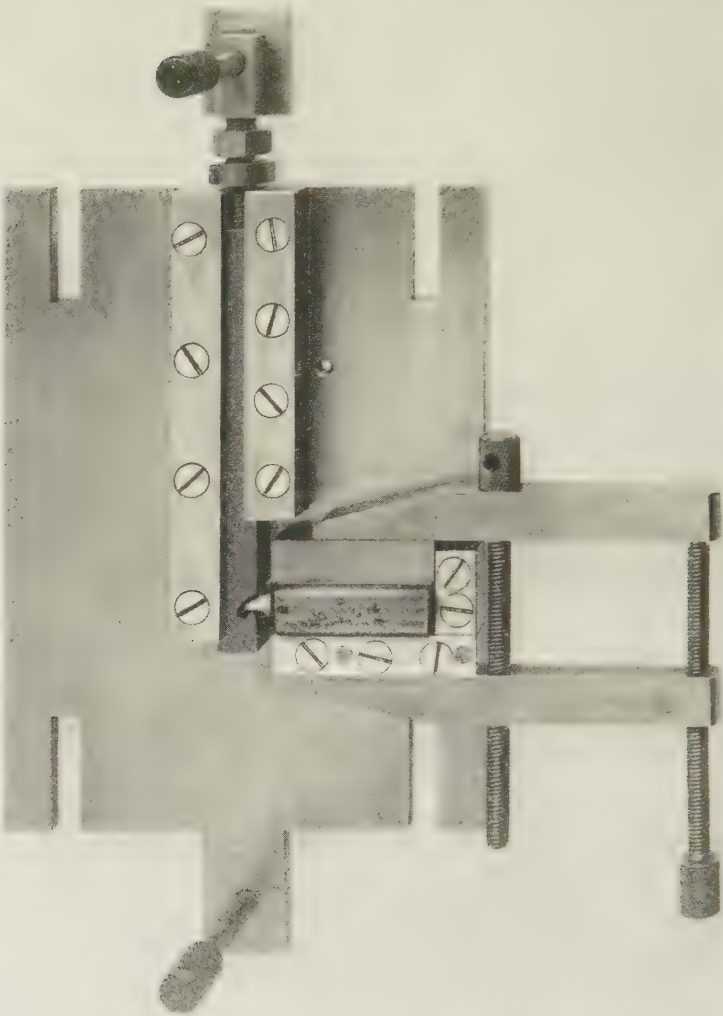


Abb. 2 : Versuchseinrichtung

Die beschliffenen Zähne wurden bis zur tiefsten Stelle der Stufe mittels Kunstharz in hohle Vierkant-Stahlprofile eingebettet analog den Verhältnissen in vivo.

Die Zähne wurden möglichst schonend beschliffen. Vorhandene kariöse Kavitäten wurden vor der Beschleifung exkaviert und gefüllt (siehe Tabelle 1).

Insgesamt wurden fünfzehn Zähne für den Versuch vorbereitet. Der Zahn Nr. 7 wurde infolge mangelhafter Aushärtung des Kunstharzes intakt aus seiner Fassung gehebelt und fällt daher außer Betracht.

1. Die absolute Größe der Kraft

Nr.	Kraft in kg	Zahn	1+	2+	3+	1—	2—	3—
8	10,5	3—						3—*
5	16,5	3—						3—
2	20,0	1+	1+*					
6	20,0	2—					2—	
1	21,5	2+		2+				
12	25,5	1+	1+					
4	25,8	+1	+1					
15	31,2	3+			3+*			
3	35,3	+2		+2				
10	35,5	1+	1+*					
13	39,0	2+		2+				
11	41,5	+2		+2				
9	44,0	2—					2—	
14	49,5	3—						3—*

Tabelle 2.

* mit Kavität

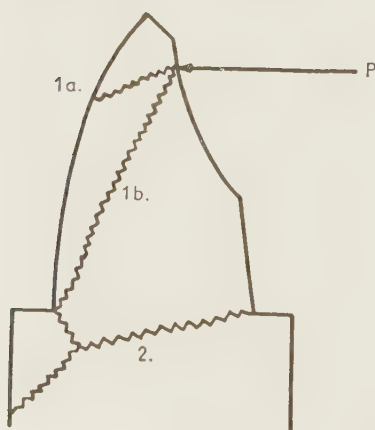
Solche Kräfte kommen im Munde physiologischerweise höchstens im unteren, unfallsweise jedoch im ganzen Bereiche vor. Doch ist ein Vergleich mit der tatsächlichen Beanspruchung des Stumpfes in vivo nur mit größter Vorsicht zu ziehen. Einmal ist ein linearer Kraftansatz wie im Versuche nur durch die Schneide des Gegenzahnes denkbar, dessen Periodontium, wie auch dasjenige des überkronten Zahnes, physiologischerweise die Entwicklung sehr hoher Drucke reflektorisch verhindern würden. Hingegen sind Unfalltraumen für das ganze Spektrum möglich, vom akzidentellen Beißen auf harte Körper bis zum Sturz oder Schlag.

2. Die Wirkungsweise der gegebenen Kraft auf den Stumpf

Darüber geben uns vor allem die entstandenen Bruchstücke und der Verlauf der Bruchlinien Auskunft. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengefaßt.

	Nr.	Bruchlinie	Bruchstück
1. a.	4, 12	vom Kraftansatz durch das Dach des Cavum Pulpae größter Kavität- tenquer- schnitt	nur leicht cervical geneigt nach labial
	2, 8, 10, 14 (mit Kavität)		
1. b.	6, 3, 13, 11, 9	vom Kraftansatz durch das Cavum Pulpae stark cervical geneigt, unter Anlehnung an den Verlauf der oralen Schulterhälfte nach labial	relativ großes inciso-labiales Scherbchen
2.	1, 5; 15 (mit Kavität)	von oraler Stufe fast horizontal, nahe der oralen Stufe sich teilend; aufsteigend zur Stufe und schräg absteigend zur oralen Wurzelfläche	ganzer Stumpf (unter Ein- schluß der interdentalen Aussparung), orale Aus- sprengung eines Stufen- stückes

Tabelle 3.



Es lassen sich also prinzipiell zwei verschiedene Bruchstücke unterscheiden. Einmal der Bruch im incisalen Stumpfteil, ausgehend vom Ansatz der Kraft, nach Größe der Fragmente in zwei Varianten unterteilbar, und dann der Bruch an der Basis auf der Höhe der Schulter.

Die Bruchlinien verlaufen des linearen Kraftansatzes und der symmetrischen Stumpfform wegen mesial und distal gleich.

Abb. 3: Verlauf der Bruchlinien

Erklärung

Anhand der untenstehenden Abb. 4 soll die Kraftwirkung rein schematisch erläutert werden. Wir fassen die Kraft als Drehmoment auf, das auf der palatinalen Stumpffläche eine den Materialzusammenhang überwindende Zugkraft erzeugt, während auf der vestibularen Seite gleichzeitig eine Druckkraft entsteht. Entsprechend den beiden tatsächlichen Bruchlinien wählen wir die beiden Drehachsen (A nahe der Kraftansatzlinie, B auf Höhe der Schulter). Gestrichelt wurde die stark vereinfachte Stumpfform eingezeichnet.

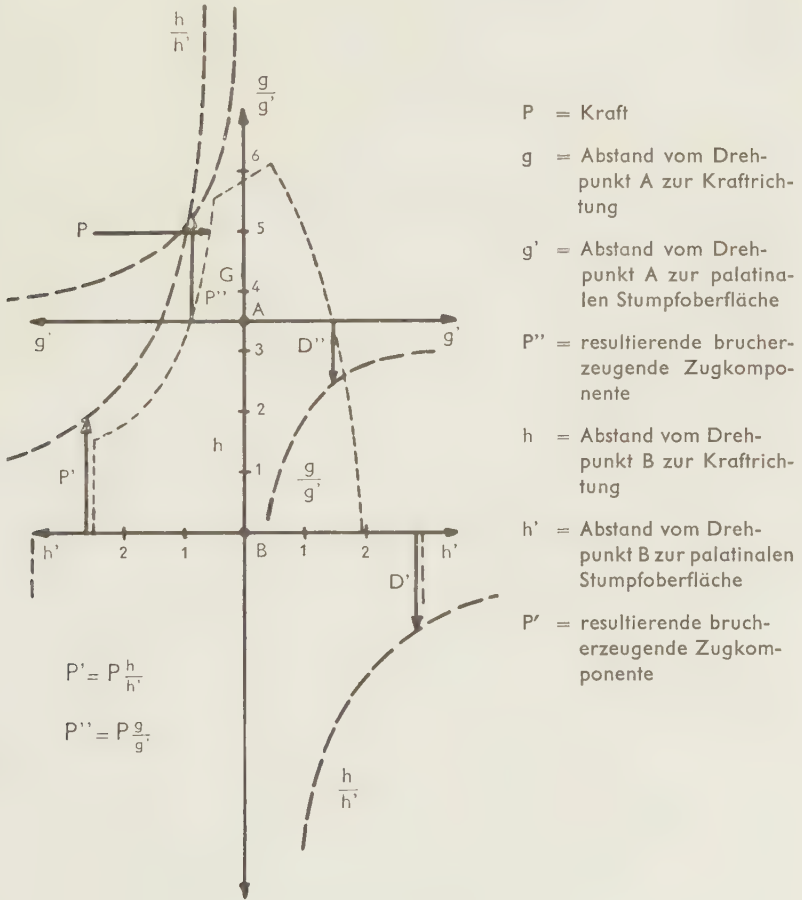


Abb. 4: Wirkungsweise der Kraft

Auf Grund dieser Betrachtungsweise lassen sich auch quantitative Folgerungen ziehen:

Bruch bei A tritt ein, wenn $P'' > P'$

oder $P \frac{g}{g'} > P \frac{h}{h'}$

oder $\frac{g}{g'} > \frac{h}{h'}$

weil $P' = P \frac{h}{h'}$ und $P'' = P \frac{g}{g'}$.

Umgekehrt tritt basaler Bruch (bei B) ein, wenn $\frac{h}{h'} > \frac{g}{g'}$.

Betrachten wir das Verhältnis $g : g'$ und $h : h'$ als Funktion, so wird die eminente Bedeutung der beiden Abstände vom Drehpunkt zur palatinalen Oberfläche deutlich. Je kleiner nämlich diese Abstände, desto größer der Quotient; das heißt, daß bei sehr kleinem g' oder h' eine relativ geringe Kraft P genügt, eine bruchfähige Kraft P' hervorzu-
bringen.

Die schräge Labialneigung der Bruchflächen müssen wir uns als Resultante aus entstehender palatinaler Zugkraft und labialer Druckkomponente denken.

Diese rein theoretischen Überlegungen erfahren durch die tatsächlichen Verhältnisse jedoch empfindliche Korrekturen. Sowohl der inhomogene Bau des einzelnen Zahnindividuums als auch die Abweichungen der verschiedenen Zahngruppen verunmöglichen das Aufstellen genauer absoluter Folgerungen auf Grund dieser rein physikalischen Gesetze. Sie liefern uns jedoch die nötigen Grundlagen zum Verständnis und zum Vergleich der so verschiedenartigen Resultate.

3. Vergleich der Resultate

a. Kavitätenlose Stümpfe

Nr.	Zahn	Basis		Länge	Bruchkraft	incisale Dicke	Bruchstück
		Breite	Dicke				
5	3—	3,6	4,0	5,6	16,5	1,2	ganzer Stumpf
1	2—	4,1	3,5	6,2	21,5	1,3	ganzer Stumpf
12	1+	5,0	4,7	7,6	25,5	1,5	l. i. Sch. klein
4	+1	5,3	4,9	6,6	25,8	1,4	l. i. Sch. klein
3	+2	3,0	4,6	4,8	35,3	0,8	l. i. Sch. groß
13	2+	4,2	4,8	5,3	39,0	1,2	l. i. Sch. groß
11	+2	4,3	4,7	5,4	41,5	1,0	l. i. Sch. groß
6	2—	5,0	4,8	7,4	20,0	1,7	l. i. Sch. groß
9	2—	3,2	4,0	6,6	44,5	1,5	l. i. Sch. groß

Tabelle 4

l. i. Sch. = labio-incisales Scherbchen

In dieser Tabelle wurden die nach dem vorhergehenden Kapitel als wichtig erkannten Angaben zusammengestellt.

Das Verhältnis von Basisbrüchen zu incisalen Brüchen ist 2:8. In vivo wäre das Ergebnis wohl anders, denn die Porzellankrone, die vom Kau- druck zuerst getroffen wird, faßt den ganzen Stumpf zu einer Einheit zusammen, so daß die Basisbrüche an Wahrscheinlichkeit gewinnen würden.

Unter den Stümpfen mit incisalem Bruch zeigt sich ein gewisser Zusammenhang zwischen Bruchkraft und Zahngruppe, parallel gehend mit der Ähnlichkeit der Stümpfe.

Die beiden zentralen oberen Incisiven Nr. 4 und 12 brechen bei ca. 25 kg. Es entsteht ein relativ kleines labio-incisales Scherbchen.

Die drei lateralen oberen Incisiven Nr. 3, 13 und 11 brechen erst bei einer Belastung von 35–40 kg unter Abtrennung eines relativ großen Scherbchens.

Den beiden stark abweichenden Resultaten von Nr. 6 und 9 entsprechen zwei stark verschiedene Stumpfformen. Die ungünstigere, Nr. 6, wurde bei langem Stumpf mit schwachem Tuberculum stark keilförmig präpariert, was, verbunden mit der palatinalen Eindellung, zu starker Grazilität im incisalen Teil des Stumpfes führte.

Auffallend ist, daß die Stumpfbrüche der Nr. 5 und 1 bei relativ niedrigen Belastungen erfolgten, wodurch die eminente Bedeutung der Basisabmessungen, vor allem der Dicke, hervorgehoben wird. Denn hier finden wir bei relativ langem Stumpfe eine sehr geringe Basis. Dies führt so weit, daß Nr. 1 gegen die übrigen Vertreter derselben Zahngruppe (Nr. 3, 11, 13) um 15 kg = 40% schwächer ist.

b. Stümpfe mit Kavitäten

Nr.	Kraft	Zahn	Kavität	Bruchlinie	Bruchstück
8	10,5	3—	distale Amalgamfüllung von Stufe bis Kaukante, 2 mm tief	Kraftansatz / größter Füllungsquerschnitt / schräg labial	I.i.Sch. klein
2	20,0	1+	distal 1 mm tiefe Zementfüllung	Kraftansatz / größter Füllungsquerschnitt / Pulpdach schräg labial	I.i.Sch. klein
15	31,2	3+	distal von Stufe bis Kaukante 2,5 mm tiefe, große Kavität	von oraler Stufe horizontal nach labial	ganzer Stumpf
10	35,5	1+	palatinal große Füllung im Foramen coecum	Kraftansatz / größter Füllungsquerschnitt / schräg labial	I.i.Sch. groß
14	49,5	3—	distal halber Stumpfaufbau. Stufe im Palavit	unterer Kavitätsrand horizontal nach labial	I.i.Sch. groß

Tabelle 5

I. i. Sch. = labio-incisales Scherbchen

Ausschlaggebend für den Verlauf des Bruches ist hier der größte Füllungsquerschnitt. Für das Ausmaß der Schwächung sind verantwortlich Größe und Lage der Kavität. Bei Nr. 8 (Kantenaufbau) bricht schon bei geringer Belastung ein labio-incisales Scherbchen weg, während bei Nr. 10 (palatinale Füllung unter Belassung eines symmetrischen Pfeilers von Zahnschubstanz) die Festigkeit sogar größer als die der kavitätenlosen Stümpfe der gleichen Gruppe ist. Der pulptote Zahn Nr. 14 ist ein Beispiel dafür, daß bei mächtiger Basis (Dicke = 6,7 mm) und entsprechendem Stumpf eine große Füllung (Aufbau) keine unzulässige Schwächung bedeutet.

Aus der vorliegenden Zusammenstellung geht hervor, daß jede Kavität eine Schwächung des Zahnes bedeutet, indem sie die Kontinuität der Zahnschubstanz unterbricht. Bei allen Stümpfen verläuft die Bruchlinie als Indikator der schwächsten Stelle durch den größten Füllungsquerschnitt.

Das Ausmaß der Schwächung ist jedoch sehr verschieden je nach Lage und Ausdehnung der Kavität. Nur einseitige Kavitäten (Nr. 8 und 2) reduzieren die Festigkeit des Stumpfes auf ein unzulässiges Maß.

Zusammenfassung

Die Kraft wirkt als Drehmoment. Vor allem wichtig ist das Verhältnis von Länge des Hebelarms zum Abstand vom Drehpunkt zur palatinalen Oberfläche. Bei langem Stumpfe ist deshalb die Basis weitgehend zu schonen.

Die absolute Größe der Kräfte ist vergleichbar akzidentell möglichen natürlichen Traumen.

Stümpfe auch kleiner Zähne können große Festigkeit aufweisen, wenn bei kürzerem Hebelarm die Basis schonend präpariert wird.

Kavitäten stellen einen locus minoris resistentiae dar. Das Ausmaß der Schwächung ist jedoch nur groß bei ausgedehnten einseitigen Kavitäten, während palatinale Füllungen auch schlanker Stümpfe oder große Füllungen mächtiger Stümpfe keine nennenswerte Schwächung darstellen.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen auch, daß die im ersten Kapitel in bezug auf Versenkung der Schulter gegebene Anleitung durchaus nicht unbedingt zu einer gravierenden Schwächung des Stumpfes führt. Vorausgesetzt muß allerdings werden eine peinliche Schonung der Basis und die Berücksichtigung jeder Möglichkeit, den Stumpf dick und kräftig zu erhalten.

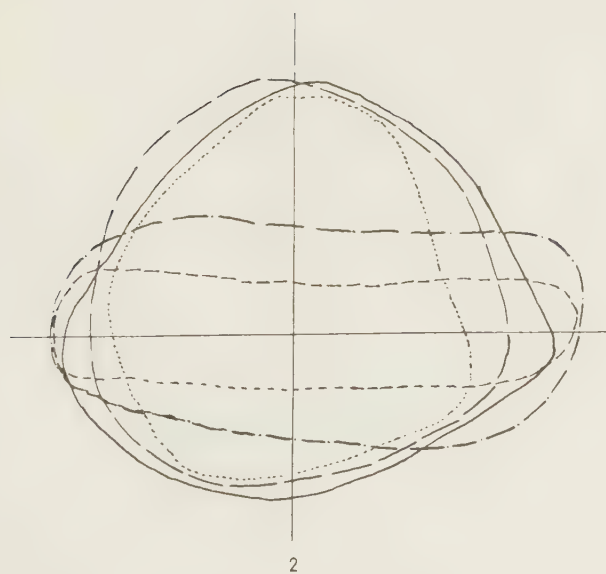
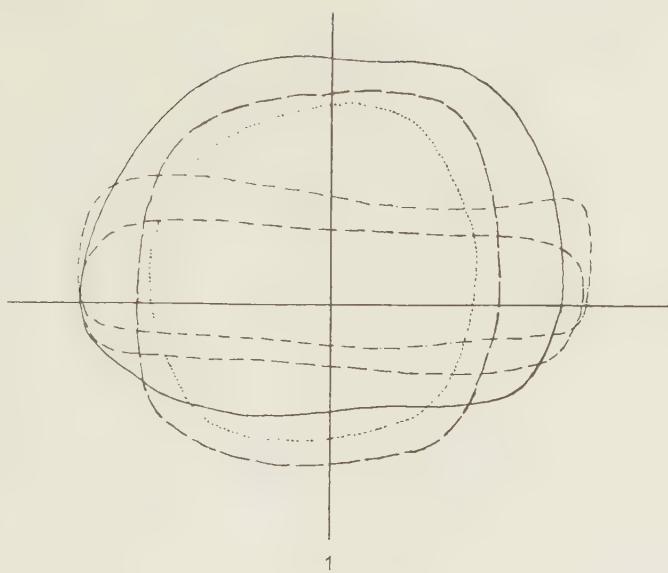
Beilagen

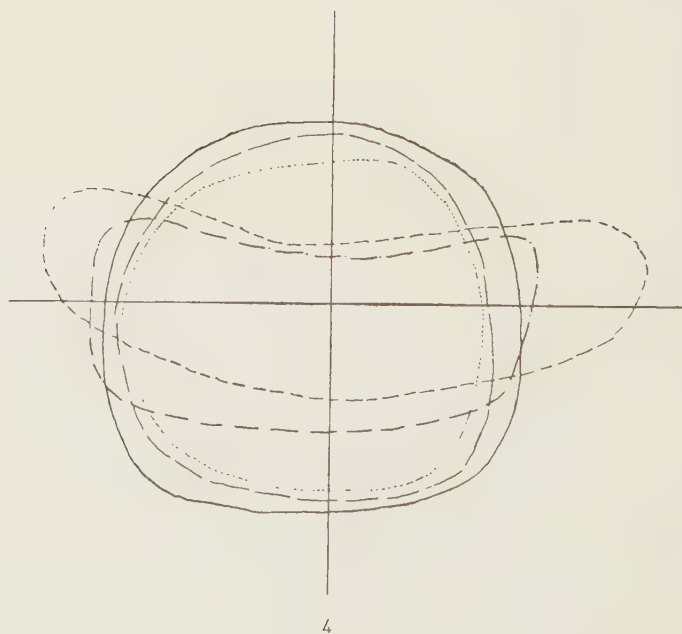
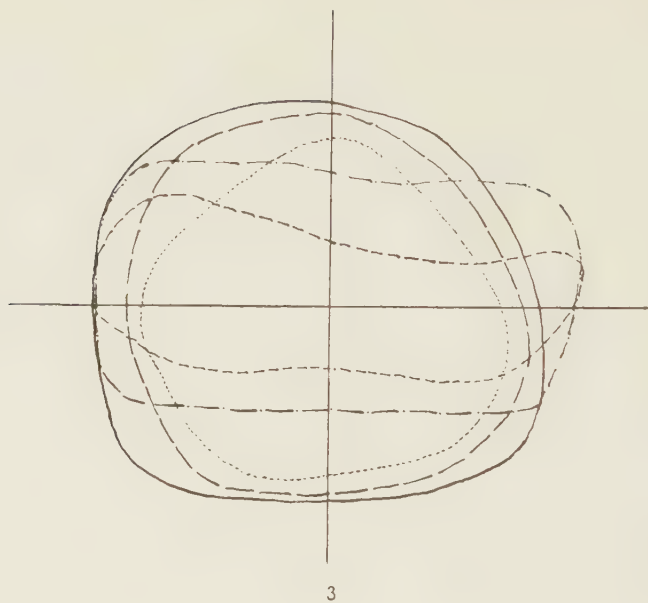
Querschnittsbilder Nr. 1-24

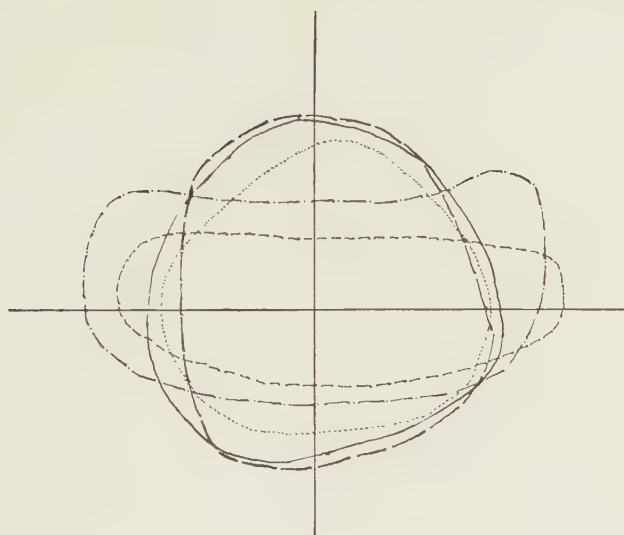
Querschnittsbilder Nr. 25-30

Literaturverzeichnis

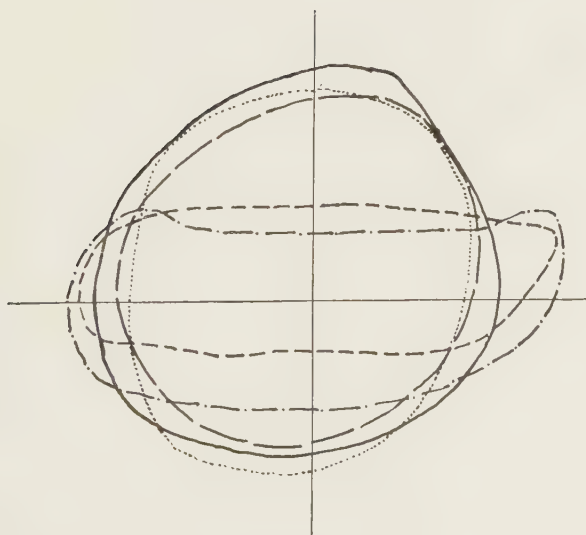
- Conod, H. Studie über die Statik der Jacketkrone. SMfZ. 1937.
- Felcher, F. R. Zahnärztliche Porzellanarbeiten. 1935.
- Ilg, K. V. Zahnärztliche Keramik. 1938.
- Kirsten, H. Indikation und Herstellung der Vollporzellankrone auf Platinbasis. Z. R. 43. 1931.
- Palazzi, S. Experimentelle Untersuchungen und histopathologische Betrachtungen über die Pulpa der mit sogenannten Jacket-Kronen überkappten Zähne. SMfZ. 1928. S. 343–364.
- Reist, M. Klinische und histologische Untersuchungen über das Verhalten der Pulpa bei Überkronung der Zähne. SMfZ. 1923. S. 143–185.
- Trueb, K. Größenverhältnisse des Cavum pulpae nach Altersstufen. DMfZ. 1909. S. 401ff.
- Vest, G. Lehrbuch der zahnärztlichen Kronen- und Brückenprothetik. 1951.



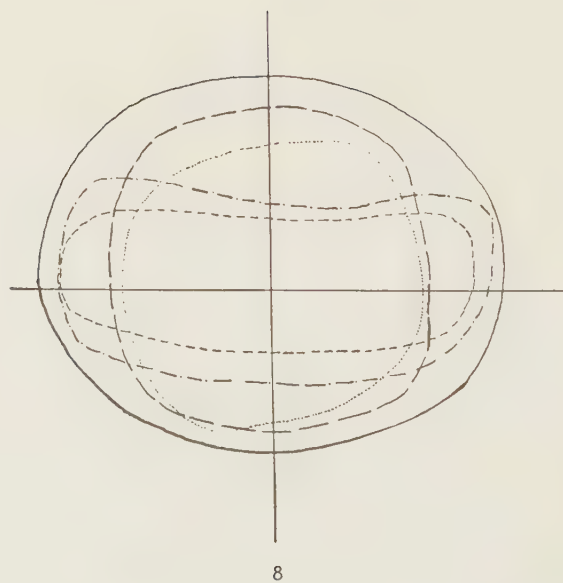
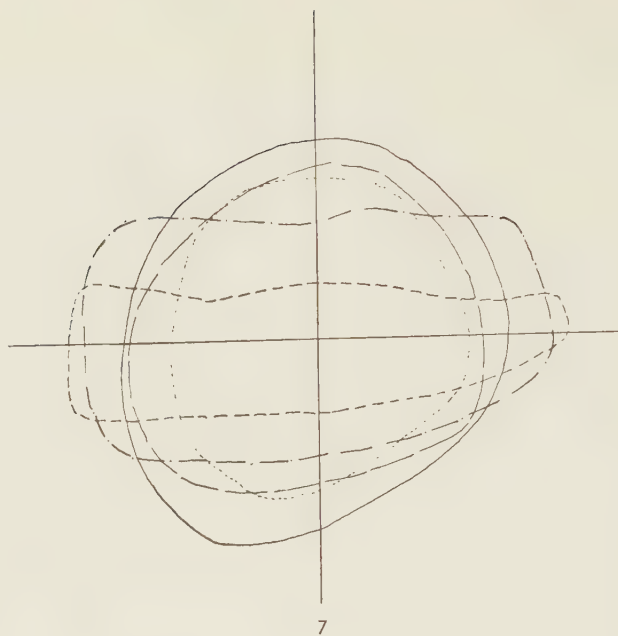


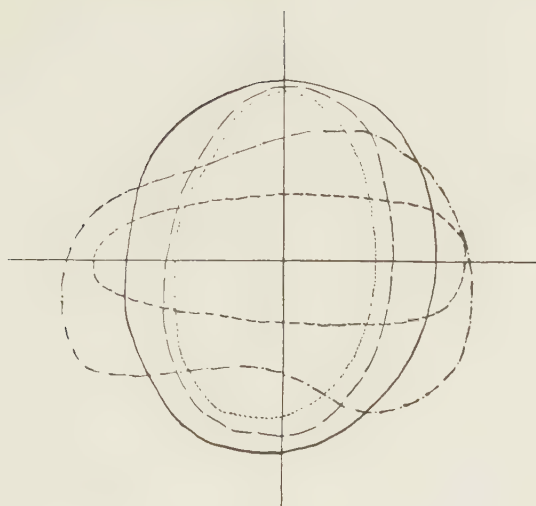


5

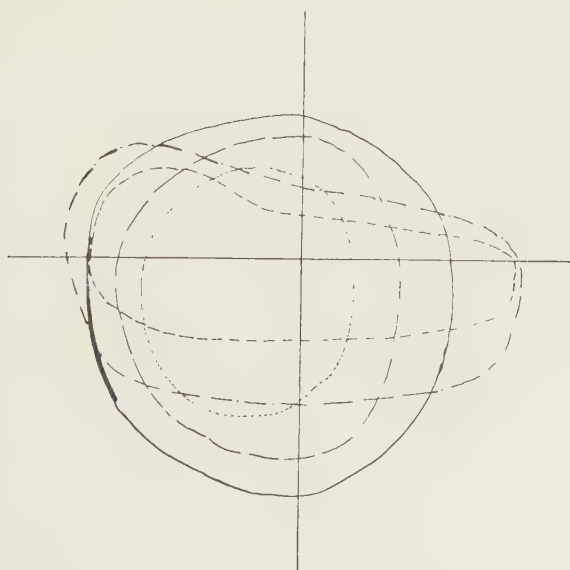


6

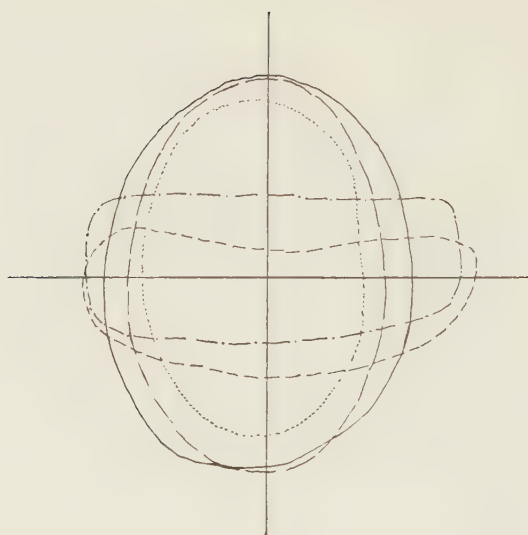




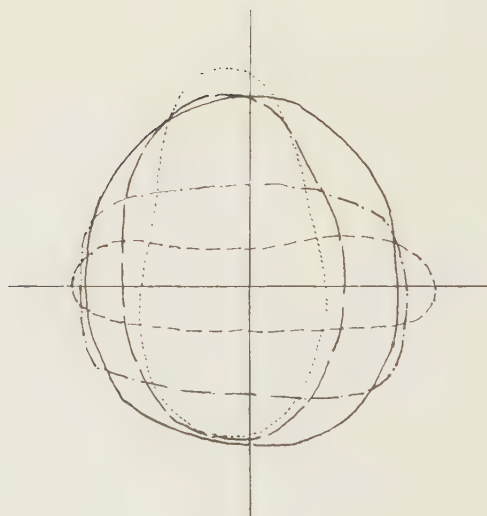
9



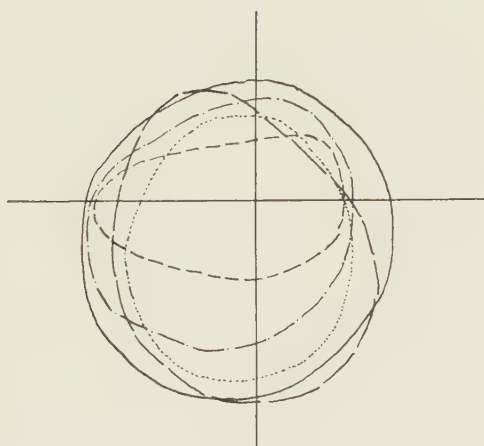
10



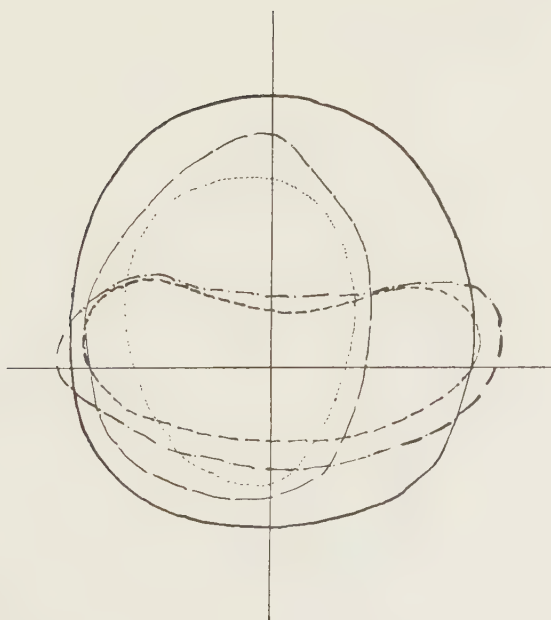
11



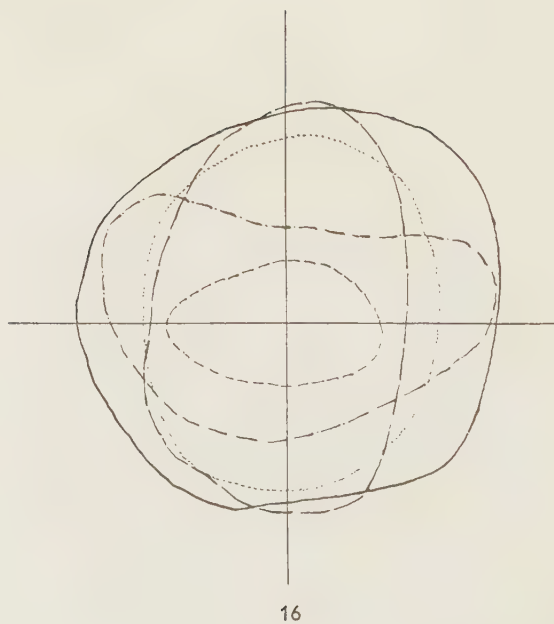
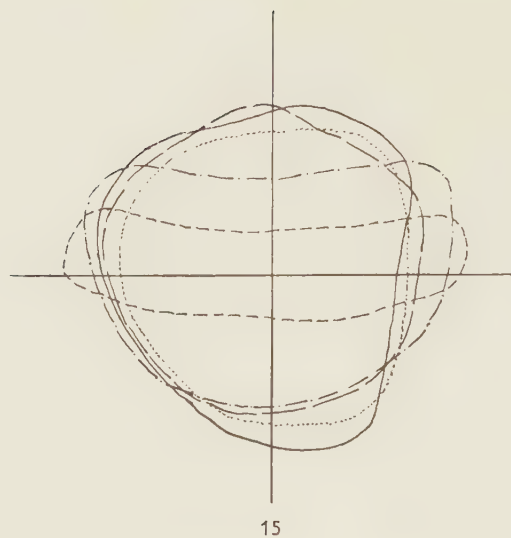
12

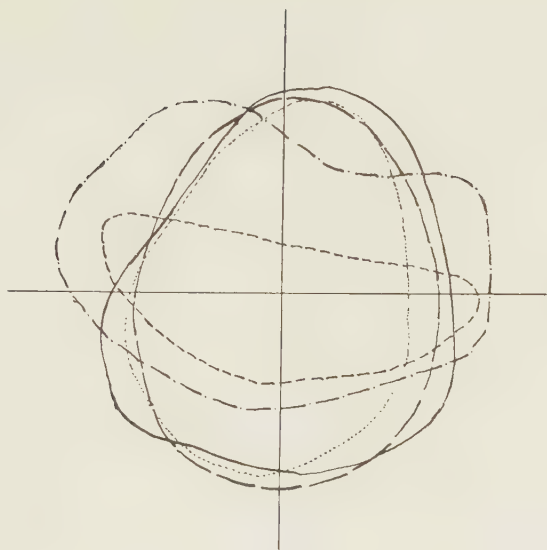


13

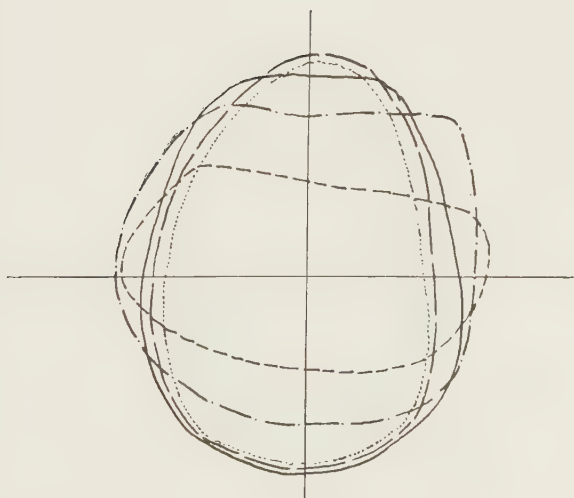


14

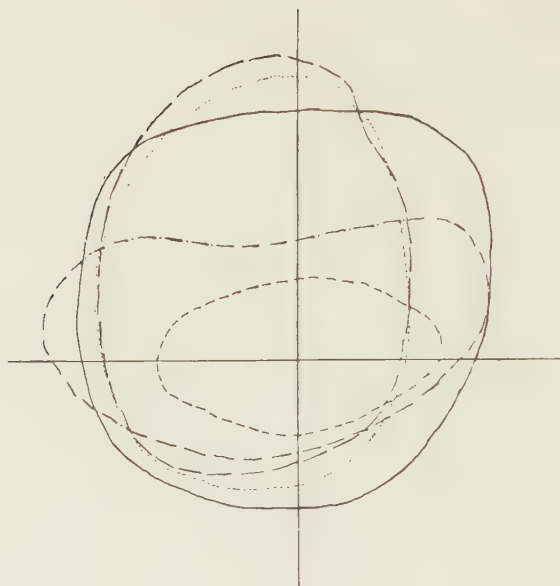




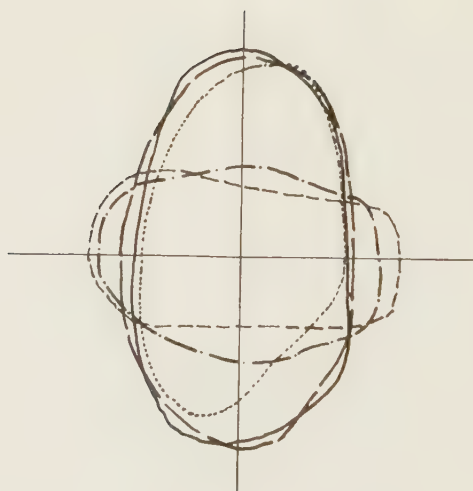
17



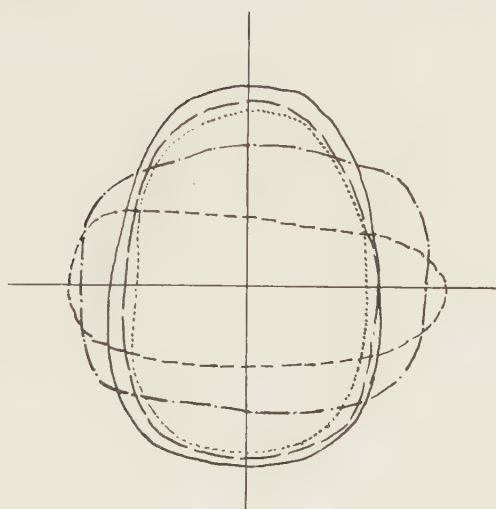
18



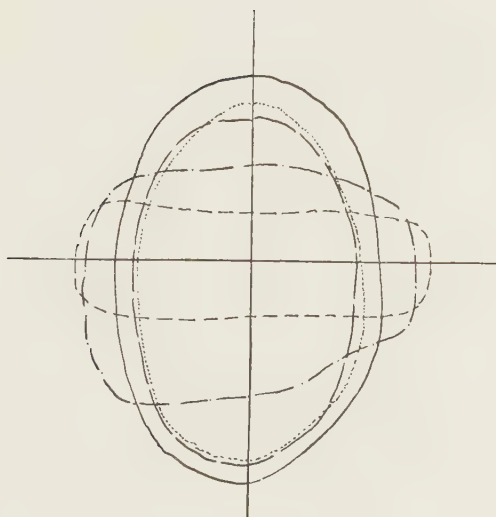
19



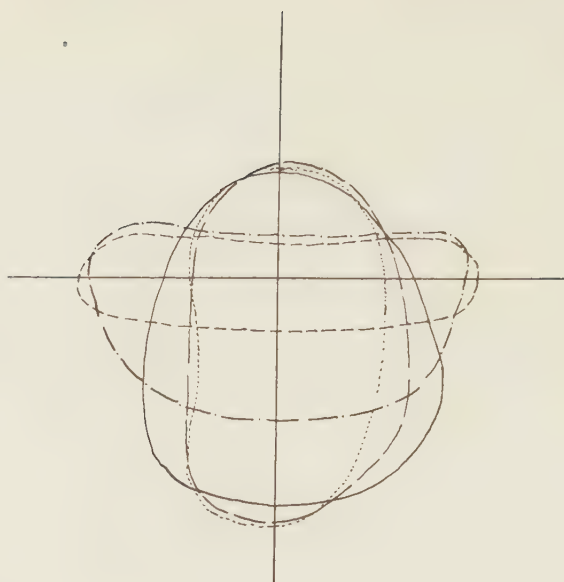
20



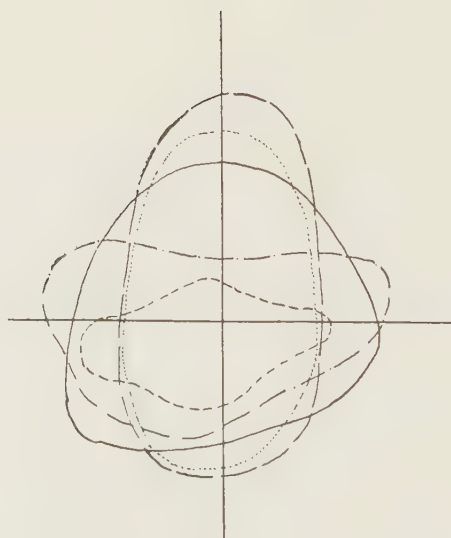
21



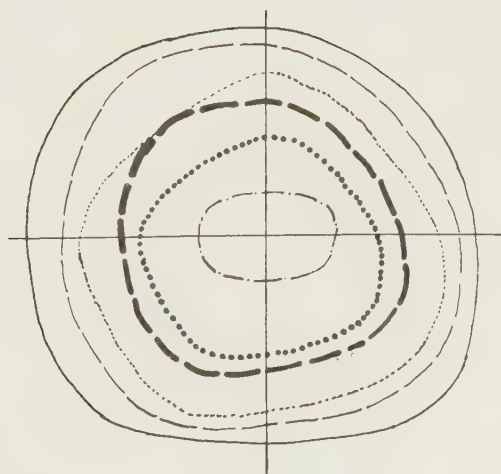
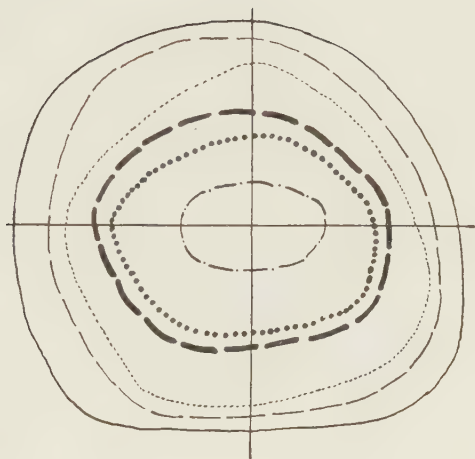
22



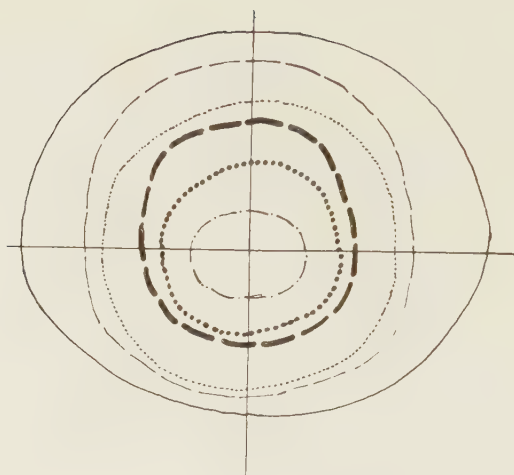
23



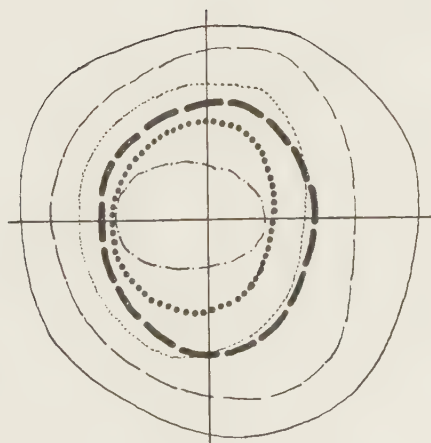
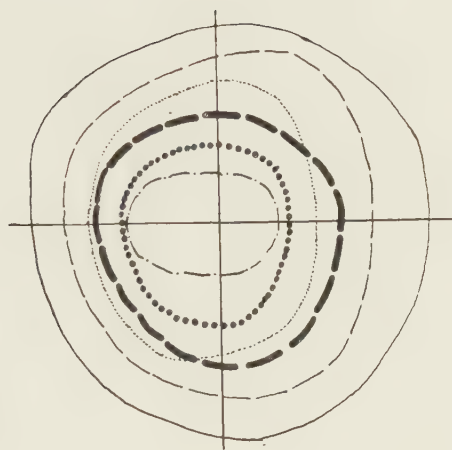
24



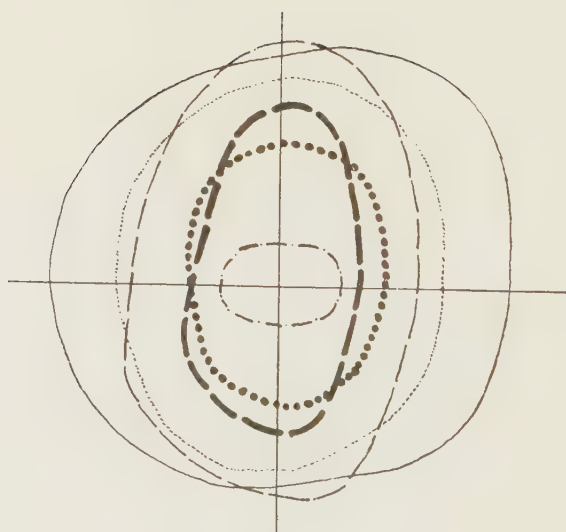
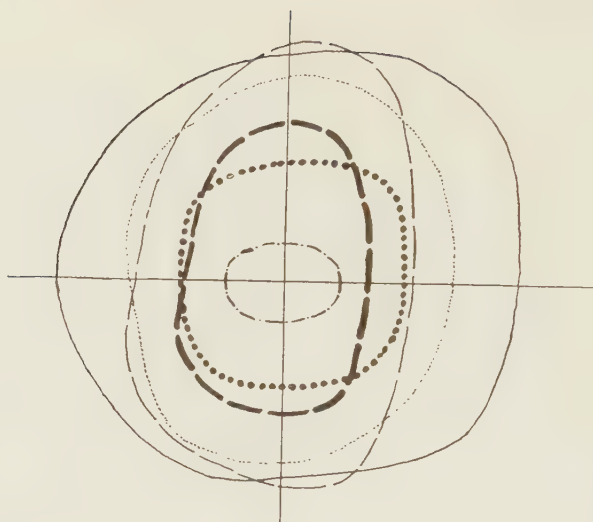
(3) 25



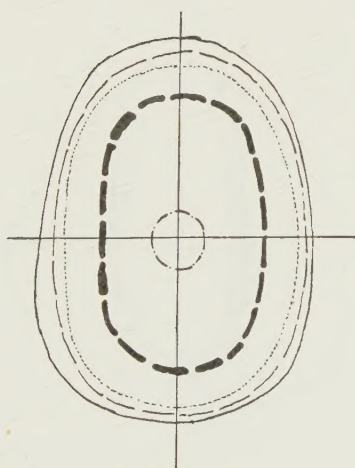
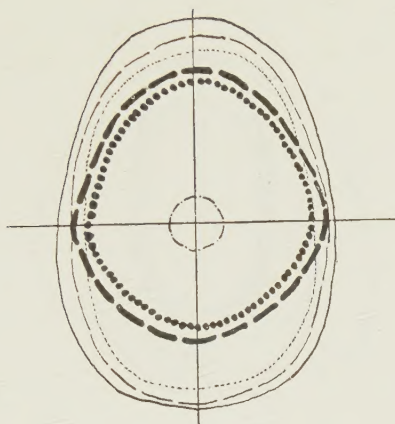
(8) 26



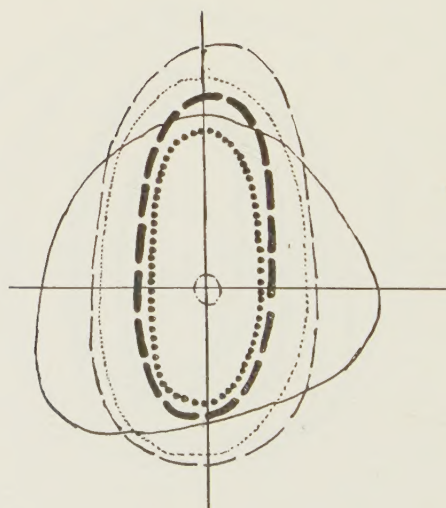
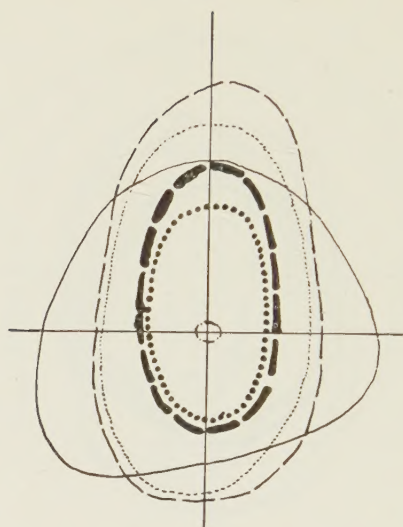
(10) 27



(16) 28



(21) 29



(24) 30

